

**CENTRO ESTADUAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA
PAULA SOUZA**

**FACULDADE DE TECNOLOGIA DE MARÍLIA ESTUDANTE RAFAEL ALMEIDA
CAMARINHA**

CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM Alimentos

LUANA QUIRINO GONÇALVES

TATIELE MAYARA DA SILVA OLIVEIRA

**CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E MICROBIOLÓGICA DE
MÉIS DE *TETRAGONISCA ANGUSTULA*, *MELIPONA MONDURY*
E *SCAPTOTRIGONA POSTICA* DO PRIMEIRO MELIPONÁRIO
PÚBLICO DE MARÍLIA-SP**

**MARÍLIA/SP
1º SEMESTRE/2024**

**CENTRO ESTADUAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA
PAULA SOUZA**

**FACULDADE DE TECNOLOGIA DE MARÍLIA ESTUDANTE RAFAEL ALMEIDA
CAMARINHA**

CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM Alimentos

LUANA QUIRINO GONÇALVES

TATIELE MAYARA DA SILVA OLIVEIRA

**CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E MICROBIOLÓGICA DE
MÉIS DE *TETRAGONISCA ANGUSTULA*, *MELIPONA MONDURY*
E SCAPTOTRIGONA POSTICA DO PRIMEIRO MELIPONÁRIO
PÚBLICO DE MARÍLIA-SP**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Faculdade de Tecnologia
de Marília para obtenção do Título de
Tecnóloga em Alimentos.

Orientadora: Profa. Dra. Flávia Maria
Vasques Farinazzi Machado

**MARÍLIA/SP
1º SEMESTRE/2024**

RESUMO

As abelhas nativas sem ferrão sempre estiveram presentes desde os primórdios da humanidade, exercendo importante papel no ecossistema de todo o mundo. A criação dessas abelhas desempenha uma função de alta relevância na ação econômica e no crescimento de produtos meliponícolas. O trabalho teve como objetivo realizar análises físico-químicas e microbiológicas das espécies *Tetragonisca angustula*, *Melipona mondury* e *Scaptotrigona postica*, do primeiro meliponário público de Marília-SP. As amostras foram coletadas e levadas para maturação no Laboratório de Análises Físicas e Químicas da Fatec Marília, sendo analisados os parâmetros de açúcares redutores, sacarose aparente, acidez livre, sólidos solúveis totais, sólidos insolúveis, umidade, pH, atividade de água e hidroximetilfurfural, além da determinação de *Salmonella spp.*, *Escherichia coli*, aeróbios mesófilos, bolores e leveduras, coliformes totais, coliformes termotolerantes e *Staphylococcus aureus*, no Laboratório de Análises Microbiológicas da unidade. Os resultados demonstraram presença apenas de aeróbios mesófilos e bolores nas amostras de mel. Os parâmetros físico-químicos das amostras, excetuando-se os valores de açúcares redutores, apresentaram valores de acordo com o descrito na literatura, tendo em vista que não há ainda legislação brasileira em vigor. E embora os méis de abelha sem ferrão tenham apresentado diferenças físico-químicas entre si, tais fatores podem estar relacionados às espécies de abelhas e às condições ambientais a que estão inseridas. As boas práticas na coleta, maturação e armazenamento desses méis indicaram condições favoráveis de segurança higiênico-sanitário. No entanto, há necessidade de que sejam criados parâmetros de qualidade, importantes para a caracterização do mel das abelhas indígenas, servindo para garantir a identidade e a qualidade do mesmo.

Palavras-chave: abelhas sem ferrão; abelhas indígenas; meliponicultora; açúcares redutores; parâmetros de qualidade.

ABSTRACT

Native stingless bees (SRAs) have been present since the dawn of humanity, playing an important role in the world's ecosystem. The rearing of these bees plays a highly relevant role in the economic action and growth of meliponicle products. The objective of this study were to perform physicochemical and microbiological analyses of the species *Tetragonisca angustula*, *Melipona mondury* and *Scaptotrigona postica*, from the first public meliponary in Marília-SP. The samples were collected and taken for maturation at the Laboratory of Physical and Chemical Analysis of Fatec Marília, being analyzed the parameters of reducing sugars, apparent sucrose, free acidity, total soluble solids, insoluble solids, moisture, pH, water activity and hydroxymethylfurfural, in addition to the determination of *Salmonella spp.*, *Escherichia coli*, mesophilic aerobes, molds and yeasts, total coliforms, thermotolerant coliforms and *Staphylococcus aureus*. The results showed that there was no contamination of pathogenic and spoilage agents in the honey samples. The physicochemical parameters of the samples, except for the values of reducing sugars, showed values within the standard established by other studies, considering that there is still no Brazilian legislation in force. And although stingless bee honeys have shown physicochemical differences among themselves, such factors may be related to the bee species and the environmental conditions to which they are inserted. The good practices in the collection, maturation and storage of these honeys indicated favorable conditions of hygienic-sanitary safety. However, there is a need to create quality parameters, which are important for the characterization of honey from indigenous bees, serving to guarantee its identity and quality.

Keywords: stingless bees; indigenous bees; meliponiculturist; reducers sugars; quality parameters

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	4
2	MATERIAL E MÉTODOS.....	6
3	RESULTADOS E DISCUSSÃO	8
4	CONCLUSÃO	15
	REFERÊNCIAS	16

1 INTRODUÇÃO

As abelhas nativas sem ferrão (ANSF), também chamadas de meliponíneos, são conhecidas há muito tempo pelos povos tradicionais do Brasil. Estima-se que antes da chegada da abelha *Apis mellifera*, popularmente conhecida como abelha africana ou europeia, e da exploração da cana-de-açúcar, o mel das abelhas nativas era utilizado como fonte de adoçante natural e fonte de energia indispensável para atividades de caça (Villas-Bôas, 2012).

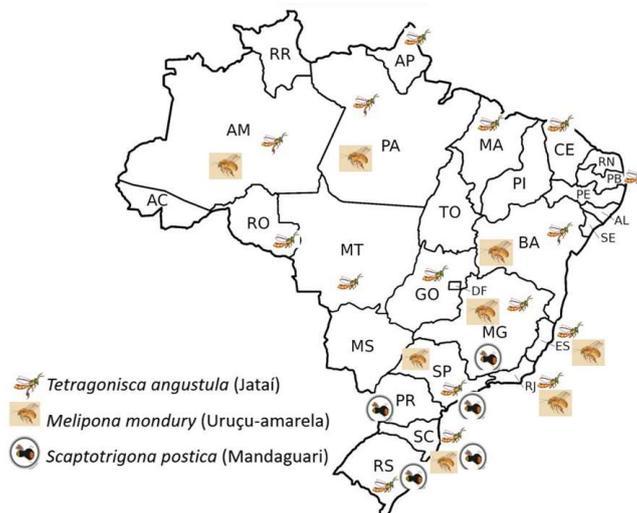
Essas abelhas se dividem em duas tribos, a Meliponini e a Trigonini, e sua distribuição geográfica está mais direcionada para regiões tropicais e subtropicais (Silva; Paz, 2012). O mel produzido por essas abelhas nativas apresenta diferenças em alguns parâmetros físico-químicos e sensoriais quando comparados ao mel da abelha *A. mellifera*, e isso depende não só da espécie da abelha, mas também do tipo de flor visitada, das características do solo, das condições de clima, dentre outros fatores (Carvalho, *et al*, 2005). A produção de mel também vai se diferenciar pelo tamanho das abelhas, sendo menor, quando se tratar de abelhas e ninhos miúdos. E, embora as abelhas nativas produzam menor quantidade, quando comparado com as abelhas com ferrão, o mel das primeiras é diferenciado, apresentando maior doçura e aroma inigualáveis, além de compostos bioativos com atividades antioxidantes e biológicas até 45% maiores do que o mel de *A. mellifera* (Carvalho et al. 2005).

A prática de criação dessas abelhas é conhecida como meliponicultura, e esta arte de criar abelhas sem ferrão é anterior ao descobrimento das Américas pelos europeus. Presumivelmente, os primeiros povos a criarem racionalmente as ANSF foram os Maias no México, onde registros sugerem que eles já usavam modelos próprios de colmeias e extraíam o mel para consumo (Villas-Bôas, 2012). Como exemplo desse manejo, o Projeto Doce Futuro, localizado na região de Padre Nóbrega, distrito da cidade de Marília, conta com ambientalistas voluntários que tem como objetivo realizar a reintrodução dessas abelhas nativas na região, visando a preservação ambiental e polinização de plantas, capazes de evitar a extinção de algumas espécies de plantas frutíferas. Esse repovoamento ocorre por meio de caixas racionais, cujo objetivo maior é auxiliar o desenvolvimento das colônias.

No meliponário do Projeto Doce Futuro, entre as 18 espécies repovoadas, existem três que se destacam: *Tetragonisca angustula*, *Melipona mondury* e

Scaptotrigona postica, conhecidas popularmente por Jataí, Uruçu-Amarela e Mandaguari, respectivamente. Estas espécies apresentam vasta distribuição geográfica (Figura 1) e características biológicas diferenciadas.

Figura 1 - Distribuição geográfica das abelhas nativas *Tetragonisca angustula*, *Melipona mondury* e *Scaptotrigona postica* por estados brasileiros.



Fonte: Camargo et al. (2024) adaptado pelos autores.

A *Tetragonisca angustula*, denominada Jataí, é uma abelha de pequeno porte, de cor amarelo-ouro com corbículas pretas (aparelho coletor de pólen). É uma abelha considerada mansa, provocando leves beliscões quando ameaçada. Seu ninho geralmente é feito em forma de disco, e seu voo pode chegar aproximadamente até 500 metros de distância da sua colônia. É possível obter de 0,5 a 1,5 litros/ano/colônia, sendo uma das abelhas mais criadas no Estado de São Paulo (Nogueira-Neto, 1997). Elas produzem mel com alto padrão de qualidade: fino, suave e levemente ácido, diferindo dos outros méis de abelhas sem ferrão (Godoi, 1989).

A *Melipona mondury*, ou, Uruçu-amarela como é conhecida, apresenta coloração castanho amareladas por todo o corpo, sua coloração é a característica que mais a diferencia da *Melipona rufiventris*, principalmente as patas traseiras mais claras (Dias, 2008). Elas são consideradas abelhas mansas e seu tamanho é de aproximadamente 10mm. O ninho da Uruçu-amarela é formado por um orifício, com abertura no centro de raias de barro e resinas convergentes. No interior da colmeia encontra-se favos de crias horizontais sobrepostos, que formam o invólucro, bem como uma substância chamada batume, material resultante de barro e resina, que são coletados nas plantas (Silva et al., 2023). A *Melipona mondury* costuma ser

encontrada em climas quentes e úmidos, apresentando uma produção de mel de até 18 litros/ano/colônia, em épocas favoráveis para produção (Melo, 2003).

A *Scaptotrigona postica*, abelha Mandaguari, possui coloração negra e brilhante, com as asas bem escuras, ou fumadas, e o abdômen da mesma tonalidade, com 2 pontos na cor prata (ou 1 listra prata). Diferente da Jataí, elas são consideradas bastante defensivas, quando estão sendo ameaçadas, sendo a prática de enrolar-se nos cabelos das pessoas, uma forma de defesa natural, que atribui a elas o termo popular “enrola-cabelo” (Blochtein et al., 2008). Além do uso de EPI, os meliponicultores recomendam que o manejo seja feito antes de amanhecer ou depois do anoitecer, isso porque neste período, a tendência de ataque diminui. A quantidade produzida de mel pode chegar até 3 litros/ano/colônia. Esta produção elevada pode estar relacionada ao fato de as colmeias dessa espécie poderem atingir populações de 2.000 até 50.000 indivíduos (Avila, 2019).

A prática da criação dessas abelhas serve não só para a preservação ambiental, mas também para a geração de renda alternativa, pelo fácil manejo em virtude de não oferecer risco aos seres humanos, além disso, o mel é considerado como importante alimento, sendo fundamental a realização de pesquisas no tocante às suas condições higiênico-sanitárias e qualidade nutricional.

Este estudo teve como objetivo analisar os primeiros méis das abelhas nativas sem ferrão (ANSF) das espécies *Tetragonisca angustula*, *Melipona mondury* e *Scaptotrigona postica*, coletados no primeiro meliponário público da cidade de Marília, identificando características físicas, químicas e microbiológicas.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 COLETA E ARMAZENAMENTO DAS AMOSTRAS DE MÉIS

As amostras de méis das abelhas sem-ferrão foram coletadas pelo meliponicultor do Projeto Doce Futuro. A área destinada ao meliponário apresenta aproximadamente 120mil m², localizada na região de Padre Nóbrega, distrito de Marília, interior do Estado de São Paulo, com endereço georreferencia: Latitude - 22,1625531; Longitude -50,0114323, altitude de 623,76 metros (Figura 2).

Para realizar a coleta da amostra, o frasco e a tampa foram higienizados com água e sabão, e secos naturalmente invertidos. Em seguida, higienizados com álcool 70%.

Figura 2 – Vista aérea da sede do projeto Doce Futuro, localizado no Bairro Maracá, em Padre Nóbrega, distrito da cidade de Marília-SP.



Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

O meliponicultor estava paramentado com camiseta de manga longa, máscara e luvas de látex. A higiene das mãos foi realizada com água e sabão e em seguida com álcool 70%.

Para extração das amostras de mel foram utilizadas seringas de 10 mL. Após a abertura das caixas, os potes de mel das colônias foram abertos com a ponta de uma faca higienizada com álcool 70% e o mel foi sugado diretamente dos potes para as embalagens e sequencialmente fechadas (Fig. 3a e 3b). Após a coleta, que levou em torno de 35 minutos, foram coletados aproximadamente 150g de amostras de cada mel, onde seguiram ao Laboratório de Análises Físicas e Químicas da Fatec Marília, nas quais foram colocadas as válvulas do tipo *airlock* que permitem a saída do gás carbônico produzido durante a fermentação e impedem a entrada do oxigênio e outros agentes contaminantes (Galletti Junior, 2020). As amostras foram deixadas em temperatura ambiente ($\pm 26^\circ \text{C}$) em ambiente escuro por 90 dias (Fig. 3c). Transcorrido o período de armazenamento, denominado de maturação, as válvulas foram retiradas e as embalagens foram fechadas com tampas esterilizadas para posterior análises.

Figuras 3a, 3b e 3c – Coleta (3a) e transferência (3b) de amostras de mel de caixas de abelhas nativas e processo de maturação das amostras (3c), respectivamente.



Fonte: Autores (2023).

2.2 ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS

As análises microbiológicas foram conduzidas no Laboratório de Análises Microbiológicas da Fatec Marília de acordo com Brasil (2000) e Brasil (2003). Foram realizadas determinações de *Salmonella sp*, *Escherichia coli*, aeróbios mesófilos, bolores, leveduras, coliformes totais, coliformes termotolerante e *Staphylococcus aureus*.

2.3 ANÁLISES FISÍCO-QUÍMICAS

As análises foram feitas em triplicata e conduzidas no Laboratório de Análises Físico-químicas da Fatec Marília, seus resultados estão descritos como média de valores. As amostras de méis foram submetidas a análises de açúcares redutores, sacarose aparente e umidade que determinam a maturidade do mel. Acidez livre, pH, atividade de água e determinação de hidroximetilfurfural que estabelecem a deterioração. E, por fim, análise de sólidos solúveis, capaz de afirmar a pureza dos méis, todas respectivas análises foram feitas conforme descritas em IAL (2008).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos nas análises microbiológicas podem ser observados na Tabela 1. Os valores de tolerância permitidos seguem especificação de Brasil (2000) e Brasil (2003).

Tabela 1. Caracterização microbiológica dos méis de *Tetragonisca angustula*, *Melipona mondury* e *Scaptotrigona postica* analisados por unidade formadora de colônia (UFC/g) coletados na Associação Projeto Doce Futuro.

Microrganismos	<i>T. angustula</i>	<i>M. mondury</i>	<i>S. postica</i>	Tolerâncias
<i>Salmonella sp</i>	Ausente	Ausente	Ausente	Ausência em 25g
<i>Escherichia coli</i>	Ausente	Ausente	Ausente	Máximo 10 ² UFC/g
Aeróbios mesófilos	3,9 x 10 ³	3,1 x 10 ³	7,0 x 10 ¹	----
Bolores e Leveduras	3,8 x 10 ²	Ausente	4,0 x 10 ³	Máximo 10 ⁴ UFC/g
Coliformes Totais	Ausente	Ausente	Ausente	Ausência
Coliformes Termotolerantes	Ausente	Ausente	Ausente	Ausência
<i>Staphylococcus aureus</i>	Ausente	Ausente	Ausente	Ausência

Fonte: Autores (2023).

Um das principais características que difere os méis das abelhas meliponíneas das melíferas é o alto índice nos teores de umidade dos méis das primeiras, esse fator está estritamente conectado com a estabilidade, qualidade, composição, características de estocagem e processamento, além de ser o principal fator para os processos microbiológicos tais como desenvolvimento de fungos, leveduras e bactérias que são tolerantes ao açúcar, corrente nos corpos das abelhas, no néctar, no solo, nas áreas de extração e armazenamento podendo provocar fermentação do produto quando o teor estiver elevado (Marchini et al., 2004).

A microbiota do mel é separada em dois grupos de microrganismos: os inerentes ao mel oriundos de fontes de contaminação primária, destacando-se os esporos bacterianos, bolores e as leveduras (Olaitan, Adeleke & Ola, 2007) os quais são integrados ao mel quando o néctar está sendo colhido, armazenado ou amadurecido, e em condições favoráveis de umidade não interferem na qualidade do mel e não são patogênicos; e microrganismos de contaminação secundária que estão diretamente relacionados à coleta, processamento e armazenamento (Snowdon e Cliver, 1996). Tysset e Rousseau (1981); Snowdon e Cliver (1996) relataram que as fontes secundárias de contaminação do mel podem ser provavelmente iguais a de outros alimentos, ou seja, provenientes de animais, insetos, água, entre outros. A existência de alguns destes microrganismos no mel são considerados como contaminantes dentro de programas de Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle-APPCC (Ezenwa, 2006).

Os resultados obtidos nas análises microbiológicas, demonstraram que não foi evidenciado contaminação por *Salmonella spp.* nas amostras de méis analisadas, atendendo, portanto, ao padrão de ausência em 25g de amostra, estabelecido pela legislação federal (Brasil, 2003).

Também não foi encontrado evidência de *Escherichia coli* para os méis das três espécies de ANSF, o que afirma novamente a importância da higienização na manipulação dos méis sendo a detecção desta enterobactéria utilizada como indicativo de condições higiênicas insatisfatórias, podendo ser provenientes de contaminação fecal, tendo em vista sua presença patogênica em alimentos (Franco, Landgraft, 2008).

Segundo Nishio et al. (2014), as informações sobre as propriedades antimicrobianas ainda são limitadas, e mesmo com vários estudos e pesquisas sobre as ANSF, ainda há uma vasta diversidade dessas espécies que ainda não foram descobertas.

Os resultados demonstraram que a contagem de microrganismos aeróbios mesófilos variou entre as espécies. Apesar de não haver tolerâncias na literatura, evidenciou-se que o mel da *T. angustula* teve maior concentração desses microrganismos, sendo $3,9 \times 10^3$ UFC/g, o que esclarece fatores diretamente ligados as condições gerais da coleta, armazenamento e temperatura. Segundo Franco e Landgraf (2008), a presença desses microrganismos é indesejável nos alimentos, pois provocam deterioração, gerando características organolépticas indesejáveis e diminuindo a vida útil do produto.

Conforme Menezes et al. (2015) a presença de fungos (bolores e leveduras) no interior das colmeias das abelhas meliponíneas é indispensável para o desenvolvimento delas, em quantidades favoráveis, já que sua introdução pode ocorrer ligeiramente pelas próprias abelhas, e fazer assim parte da flora do mel. Foram observadas diferenças nas contagens de bolores e leveduras nas amostras avaliadas, sendo $3,8 \times 10^2$ UFC/g, no mel de Jataí, ausência no mel de Uruçu-amarela e maior crescimento ($4,0 \times 10^3$ UFC/g) na amostra de mel de Mandaguari. Estes fungos podem estar presentes no cerume, material este que é utilizado na construção de discos de cria e potes, onde as abelhas guardam o pólen e o mel. Quando evidenciado esses microrganismos nos méis é possível relacionar com a alta umidade presente neles, porém, não há relatos que pela ingestão possa ocorrer doenças. No entanto, um dos

fatores indesejáveis que o aumento exorbitante dessa microbiota pode ocasionar é o alto índice de fermentação, reduzindo a vida útil do alimento (Grabowski; Klein, 2017).

Os resultados referentes à contaminação por coliformes totais mostraram ausência nos três tipos de méis estudados, corroborando com o bom manejo na coleta e na realização das análises. A presença de coliformes totais pode ser um indicativo de condições insatisfatórias de higiene, com grande probabilidade de contaminação pós processamento, deficiência nos processos de limpeza e armazenamento, e falta de Boas Práticas de Fabricação (Silva et al, 2004).

De acordo com os resultados, não foi observado contaminação de coliformes termotolerantes em nenhuma das amostras sequenciadas, isso comprova mais uma vez a eficácia da manipulação da coleta e manejo dos méis. Caso houvesse a presença dessa microbiota, esclareceria que as contaminações poderiam ser provenientes da manifestação desses microrganismos no pólen, néctar, da abelha e ou/ inadequadas condições de manipulação e processamento do mel, como explica Fernandes et al. (2018).

Os resultados obtidos mostram ausência de *Staphylococcus aureus* nas amostras analisadas. Esta espécie de microrganismo pode causar grave intoxicação alimentar se estiver presente nos alimentos. Segundo Loir et al. (2003), a versatilidade nutricional e a capacidade de desenvolvimento em diversas condições ambientais desse microrganismo, faz com que ele procrie com mais facilidade em diferentes tipos de alimento.

Os resultados obtidos nas análises físico-químicas podem ser observados nas Tabela 2. Os dados foram apresentados em forma de médias de valores.

Tabela 2. Características físico-químicas de méis *Tetragonisca angustula*, *Melipona mondury* e *Scaptotrigona postica* coletados na Associação Projeto Doce Futuro

Características físico-químicas	Parâmetros	<i>T. angustula</i>	<i>M. mondury</i>	<i>S. postica</i>
Maturidade	Açúcares redutores (%)	41,42	47,12	43,85
	Sacarose aparente (%)	0	0	0
	Umidade (%)	25	27	26,5
Deterioração	pH	3,35	3,17	3,5
	Acidez livre (mEq/Kg)	34,29	15,92	30,42
	Atividade de água	0,772	0,775	0,72
	HMF (%)	4,61	1,19	1,47
Pureza	Sólidos solúveis (%)	73	70	73

Fonte: Autores (2023).

De acordo com os resultados, os teores de açúcares redutores das amostras de méis apresentaram-se inferiores aos valores mínimos propostos por Camargo et al. (2017) em documento denominado Regulamento Técnico de Identidade e Padrão para o Mel das Abelhas Sem Ferrão. Os teores de açúcares existentes no mel constituem parâmetros relacionados à sua maturidade e qualidade, sendo os principais constituintes, glicose, frutose e sacarose, os quais lhe conferem viscosidade, sabor e aroma. No entanto, os açúcares redutores glicose e frutose são os carboidratos mais expressivos encontrados nos méis. A glicose determina a tendência à cristalização, tendo em vista sua menor solubilidade, e a frutose tem maior influência sobre o perfil de doçura (Crane, 1985; Horn, 1996).

O mel de *Apis mellifera* é considerado maduro quando atinge quantidades mínimas de açúcares redutores (65 %) de acordo com a legislação brasileira (Brasil, 2000; Carvalho et al., 2005). No entanto, os méis de abelhas sem ferrão podem apresentar variação muito expressiva nos índices de açúcares redutores, com valores inferiores aos exigidos pela legislação brasileira que caracterizam os méis de *Apis mellifera* (Oliveira; Santos 2011). Embora a proposta de regulamentação de Camargo et al. (2017) determine valores mínimos de 60g/100g de açúcares redutores para méis de ANSF, Villas-Bôas e Malaspina (2005) propuseram em seu estudo que os valores aceitos para açúcares redutores poderiam ser diminuídos para o mínimo de 50%, tendo em vista a diversidade de espécies de abelhas nativas e, pelo fato da composição de açúcar do mel depender do conteúdo de sacarídeos no néctar.

Estudos realizados demonstraram que os índices de açúcares redutores dos méis de meliponíneos são muito variáveis, apresentaram valores entre 55,46% e 77,30% como sugerem Anacleto (2009), Montenegro (2018) e Lico et al. (2023), coletados de espécies em diferentes estados brasileiros, entre os quais, Amazônia, São Paulo, Paraná, Santa Catarina, Espírito Santo, Goiás e Rio Grande do Sul. No entanto, em estudo conduzido por Borsato (2013), a análise de 21 amostras de mel de oito espécies de meliponíneos no Estado do Paraná, resultou em valores médios ainda menores entre 43,35% e 76,29%, demonstrando variação expressiva entre as espécies. Da mesma forma, Anacleto (2009) identificou variação entre 31,93% e 64,15% para açúcares redutores em 31 amostras de mel produzidas por cinco espécies de ANSF, sugerindo que possivelmente o clima, o solo, a época da coleta, a espécie e principalmente a flora tenham interferência nesse indicador. Outros estudos realizados no Brasil estão descritos na tabela 3.

Tabela 3. Principais parâmetros físico-químicos de méis de abelhas das espécies *Tetragonisca angustula*, *Melipona mondury* e *Scaptotrigona postica* de estudos brasileiros.

Espécies	Açúcares redutores (%)	Sacarose aparente (%)	Umidade (%)	pH	Acidez livre (mEq/Kg)	Atividade de água	HMF (%)	Sólidos solúveis totais (%)	Referências
<i>T. angustula</i>	55,46±2,68	0,95±0,57	24,37±2,02	4,10±0,37	45,23±27,48	0,66±0,06	9,39±8,60	---	Anacleto et al., 2009
	59,07±1,76	3,59	27,05±0,26	4,74±0,04	39,64±0,52	---	0,40±0,32	---	Rosa, 2014
	77,30±0,13	---	21,20±0,11	4,13±0,3	66,96±0,12	---	21,52±0,37	77,6±0,11	Aguiar et al., 2016
	58,89±3,26 (PR)**	1,32±0,46 (PR)	24,79±0,87 (PR)	3,90±0,40 (PR)	55,79±36,66 (PR)	0,71±0,01 (PR)	2,76±1,65 (PR)	---	Montenegro, 2018
	64,70±6,47 (RO)***	0,68±0,69 (RO)	24,43±2,06 (RO)	3,99±0,26 (RO)	66,67±16,14 (RO)	0,69±0,004 (RO)	1,95±1,13 (RO)	---	
	51,17±1,32	---	24,27±0,07	3,86±0,01	58,1±0,08(%)	0,51±0,01	0,53±0,04	75,0±0,04	Lico et al., 2023
<i>M. mondury</i>	---	0,58	29,67±0,58	3,94±0,08	35,17±1,83	0,726±0,0	8,65	70,67±0,54	Oliveira, 2017
	---	---	---	4,19±0,81	52,77±31,93	0,74±0,03	---	68,09±2,84	Lage et al., 2012
	66,61±4,74	---	28,16±0,80	3,37±0,22	33,19±15,79	---	---	70,63±1,51	Fiorotti, 2021
	---	---	29,6±0,10	3,69±0,25	21,18±1,26	0,72±0,02	---	---	Batiston, 2017
	65,42±1,89	2,14±0,98	29,18±1	4,06±0,05	34,3±3	0,73±0,04	1,60±1,06	---	Alves et al., 2018
	67,77	0,85	29,97	3,50	37,89	---	0,05	---	Nascimento et al., 2015
	65,8±0,290	0,00	29,6±0,24	3,81±0,050	106±0,680	---	0,00	---	Biluca et al., 2016
<i>S. postica</i>	---	---	28,87±0,62	3,40±0,06	114±4	0,744±0,00	15,9	69,33±0,84	Grando et al., 2018
	62,34	4,83	30,22	3,89	60,98	---	---	69,94	Lemos, 2018
	60,82±1,29	---	17,07	---	21,32	---	14,50	---	Vieira et al., 2023
	59,5	2,3	35,8	3,8	116,8	0,769	2,3	---	Souza, 2008
	62,32	1,22	29,84	3,58	28,78	---	0,05	---	Nascimento et al., 2015

Fonte: Dados compilados pelos autores. * Parâmetros não avaliados pelos autores; ** PR – Paraná; *** Rondônia.

Teores menores de açúcares redutores podem significar também que o mel foi elaborado recentemente, provavelmente de florada anterior, onde a sacarose ainda não foi totalmente convertida em glicose e frutose pela ação da enzima invertase (Sodré et al., 2007). Além disso, considerando que os teores de açúcares redutores são parâmetros determinantes da maturidade do mel, sugere-se que, além dos fatores acima citados, o grau de maturação das colmeias pode ter interferido nesse parâmetro.

As amostras de méis não apresentaram presença de sacarose em suas composições. De acordo com o International Honey Commission (IHC, 2002), a presença natural de sacarose em méis de meliponíneos não deve ultrapassar teores acima de 6g/100g de amostra, pois quando superior a este valor, pode ser um indicativo de mel verde ou adulterado.

Considerando o mel de ANSF, a principal característica que o difere dos méis de abelhas africanizadas é o seu maior teor de umidade, que por consequência eleva sua atividade de água, tornando-o mais susceptível ao crescimento microbiano, principalmente pela presença de leveduras em sua composição original. O teor alto de umidade resulta em um mel menos viscoso e em uma cristalização mais lenta quando comparada à do mel de *A. mellifera* (Silva, 2012; Campos e Peruquetti, 1999).

Observando os resultados de umidade, houve uma variação de 25% a 27% nos valores de méis das amostras. Camargo et al. (2017) destaca que no mel das abelhas sem ferrão, a umidade deve apresentar limites máximos de 40g/100g para mel *in natura*, pasteurizado e maturado.

Considerando os valores de pH, observou-se 3,17 para o menor valor e 3,5 para *M. mondury*, *T. angustula*, e *S. postica*, respectivamente, apresentando-se dentro dos limites propostos. É importante destacar que méis de abelhas sem ferrão são normalmente mais ácidos comparados aos méis de *A. mellifera* (MAPA, 2023), cujos valores podem estar associados a integridade do produto, e de acordo com Simal e Huidobro (1984) dependem de uma mistura de ácidos orgânicos, alguns voláteis e outros inorgânicos (fosfórico e clorídrico). Valores mais altos foram observados nos méis de jataí (*T. angustula*) em estudo conduzido por Lopes (2015) e Denadai et al. (2002), sendo observados pelos autores, médias de 3,82 e 3,80, respectivamente, nas amostras coletadas.

A acidez livre apresentou média de 26,87 mEq/Kg, visto que o maior valor registrado foi de 34,29 mEq/Kg para mel de Jataí e 15,92 mEq/Kg para mel de Uruçu-Amarela. Vale destacar que os valores de acidez livre podem variar de acordo com as

fontes de néctar coletadas pelas abelhas (MAPA, 2023). As abelhas do estudo, apresentam fonte floral variada, e isso pode explicar a variação entre os valores, bem como a umidade naturalmente maior, como características desses méis.

A análise de HMF (hidroximetilfurfural) é utilizada para medir os efeitos da degradação de enzimas presentes nos méis. Valores menores de HMF podem ser um indicativo de que estes foram recém-coletados (Evangelista-Rodrigues, 2005). Villas-Bôas & Malaspina (2005) destacam que o HMF surge a partir da quebra de açúcares pela presença de um ácido, o que naturalmente ocorre nos processos de beneficiamento desse mel.

São encontrados na legislação vigente (Brasil, 2000) valores máximos de HMF de 60mg/kg para *A. mellifera*, porém tais valores não são encontrados para ANSF. Camargo, Oliveira, Berto (2017) sugerem valores máximos permitidos 20 mg/kg para meliponíneos.

4 CONCLUSÃO

Nas condições em que o estudo foi conduzido, constatamos que as amostras de méis das abelhas das espécies *Tetragonisca angustula*, *Melipona mondury* e *Scaptotrigona postica* não apresentaram contaminantes patogênicos e deteriorantes sugerindo segurança higiênico-sanitário na coleta e manipulação das amostras. Embora não haja ainda legislação específica em âmbito nacional para os parâmetros físicos e químicos de méis de abelhas sem ferrão, as análises deste estudo indicaram conformidade destes parâmetros com uma proposta de regulamentação técnica e com a literatura científica, excetuando-se os valores de açúcares redutores das amostras, cujas variações apoiam-se em fatores diversos como espécies da abelha, condições climáticas e tipo de solo, época da coleta, entre outros, citados no estudo.

REFERÊNCIAS

- AGUIAR, L. K., MARQUES, D. D., SARTORI, R. A., SILVA, K. L., SCARANTE, G. C. Parâmetros físico-químicos do mel de abelhas sem ferrão do estado do Acre. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.13 n.23, p. 908-919. 2016.
- ALVES, R. M. O., VIANA, J. L, SOUSA, H. A. C., WALDSCHMIDT, A. M. Physico-chemical Parameters of Honey From *Melipona mondury* Smith, 1863 (Hymenoptera: Apidae: Meliponini). **Journal of Agricultural Science**; v. 10, n. 7; p. 196-205, 2018.
- ANACLETO, D. de A. *et al.* Composição de amostras de mel de abelha Jataí (*Tetragonisca angustula latreille*, 1811). **Food Science and Technology**, Campinas, v. 29, p. 535-541, jul/set. 2009.
- ANVISA. Resolução RDC nº 12, de 02 de janeiro 2001. Regulamento técnico sobre padrões microbiológicos em alimentos. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**: seção 1, Brasília, DF, 10 jan. 2001.
- AVILA, S. **Determinação de parâmetros de qualidade de mel de abelhas sem ferrão utilizando ferramentas quimiométricas**. 2019. Tese (Programa de Pós-graduação em Engenharia de Alimentos do Setor de Tecnologia) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2019.
- BATISTON, T. F. T. P. **Atividade antimicrobiana de diferentes méis de abelha sem ferrão**. Dissertação (Mestrado). Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), Chapecó, 2017.
- BILUCA, F. C., BRAGHINI, F., GONZAGA, L. V., CAROLINA, A., COSTA, O., & Fett, R. Physicochemical profiles, minerals and bioactive compounds of stingless bee honey (*Meliponinae*). **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 50, p. 61–69. 2016
- BORSATO, D. M. **Composição química, caracterização polínica e avaliação de atividades biológicas de méis produzidos por meliponíneos do Paraná**. 2013. Tese (Doutorado em Ciências Farmacêuticas, Setor de Ciências da Saúde) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2013.
- BLOCHTEIN, B. *et al.* **Manual de Boas Práticas para a criação de abelhas sem ferrão no RS: Guaraipo, Manduri e Tubuna**. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2008.
- BRASIL. Ministério da Agricultura. Instrução Normativa n.11, de 20 de outubro de 2000. Regulamento técnico de identidade e qualidade do mel. **Diário Oficial da União**: Seção 1, Brasília, p. 23, 23 out. 2000.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – Mapa. Instrução Normativa nº 62, de 26 de Agosto de 2003. Oficializa os Métodos Analíticos Oficiais para Análises Microbiológicas para Controle de Produtos de Origem Animal e Água. **Diário Oficial da União** – DOU.

CAMARGO, R. C. R.; OLIVEIRA, K. L.; BERTO, M. I. Mel de abelhas sem ferrão: proposta de regulamentação. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 20, e2016157, 2017.

CAMARGO, J. M. F.; PEDRO, S. R. M.; MELO, G. A. R. 2023. Meliponini Lepeletier, 1836. In Moure, J. S., Urban, D. & Melo, G. A. R. (Orgs). **Catalogue of Bees (Hymenoptera, Apoidea) in the Neotropical Region - online version**. Available at <https://www.moure.cria.org.br/catalogue>. Acesso em 24 abril 2024.

CAMPOS, L. A. O.; PERUQUETTI, R. C. **Biologia e criação de abelhas sem ferrão**. Viçosa, MG: Conselho de Extensão. Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Biologia Geral, Informe Técnico 82. 1999. 38p.

CARVALHO, C. A. L. *et al.* **Mel de abelhas sem ferrão: contribuição para a caracterização físico-química**. Universidade Federal da Bahia. 1. Ed. Cruz das Almas: Insecta, 2005. 32 p. (Série meliponicultura n. 04).

CRANE, E. **O livro do mel**. 2ª edição. São Paulo: Nobel, 1985.

DENADAI, J. M.; RAMOS FILHO, M. M.; COSTA, D. C. Características físico-químicas de mel de abelhas jataí (*Tetragonisca angustula*) do município de Campo Grande MS. Obtenção de parâmetros para análise de rotina. In: **XIV CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA**. Campo Grande, 2002.

DIAS, F. G. **Genetic differentiation among *Melipona mondury*, Smith 1863, *Melipona rufiventris*, Lepeletier, 1836 and *Melipona* sp. (Hymenoptera, Apidae) in Minas Gerais, Brazil, using markers ISSR**. Dissertação (Mestrado em Ciência entomológica; Tecnologia entomológica) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2008.

EVANGELISTA-RODRIGUES, A.; *et al.* Análise físico-química dos méis das abelhas *Apis mellifera* e *Melipona scutellaris* produzidos em regiões distintas no Estado da Paraíba. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 35, n.5, p. 1166-1171, set-out. 2005.

EZENWA, S.A. Food safety and HACCP. **Bee Culture**, Medina, v.134, p. 20-23, 2006.

FERNANDES, R. T.; ROSA, I. G.; CONTI-SILVA, A. C. Microbiological and physical-chemical characteristics of honeys from the bee *Melipona fasciculata* produced in two regions of Brazil. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 48, n. 5, p. 2-8, 2018.

FIOROTTI, L. L. **Caracterização físico-química e potencial bioativo de mel de abelhas sem ferrão e africanizadas ocorrentes no Espírito Santo**. Dissertação (Mestrado em Ciências Farmacêuticas) – Universidade Vila Velha, Vila Velha, 2021.

FRANCO, B. D. G. M.; LANDGRAF, M. **Microrganismos patogênicos de importância em alimentos**. São Paulo: Ed. Atheneu, cap. 4, p. 33-82, 2008.

GALLETTI JUNIOR, M. **Características físico-químicas e sensoriais de hidroméis produzidos a partir de mel silvestre ou mel de aroeira, utilizando ou não pólen apícola na sua fabricação.** Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Universidade Federal de Minas Gerais (EV-UFMG), Belo Horizonte, 2020.

GODÓI, R. de. **Criação racional de abelhas jataí.** São Paulo: Ícone, 1989. 83p.

GRABOWSKI, N. T.; KLEIN, G. Microbiology and food-borne pathogens in honey. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 57, n. 9, p. 1852-1862, 2017.

GRANDO, R. C., RODRIGUES, C. S., TORMEN, L., MOSSI, A. J., TREICHEL, H. Avaliação da Qualidade de méis de abelhas sem ferrão provenientes da região centro-sul do estado do Paraná. **Anais. 6º SIMPÓSIO DE SEGURANÇA ALIMENTAR**, Universidade Federal do Rio Grande do Sul-FURG, Gramado, RS, 2018.

HORN, H. Méis Brasileiros: resultados de análises físico-químicas e palinológicas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA, 11., 1996, Teresina, PI. **Anais [...]** Teresina: Confederação Brasileira de Apicultura, 1996. p.403-429

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. 2008. **Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz: métodos químicos e físicos para análise de alimentos.** 3. ed. São Paulo.

INTERNATIONAL HONEY COMMISSION – IHC. **Harmonised methods of the International Honey Commission.** Switzerland: IHC, 2002. 62 p.

LAGE, L. G. A., COELHO, L. L., RESENDE, H. C., TAVARES, M. G. CAMPOS, L. A. O., FERNANDES-SALOMÃO, T. M. F. Honey physicochemical properties of three species of the brazilian *Melipona*. **Anais da Academia Brasileira de Ciências.** Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, v. 84, n. 3, p. 605-608, 2012.

LE LOIR, Y.; BARON, F.; GAUTIER, M. Staphylococcus aureus and food poisoning. **Genetic Molecular Research**, v.2, n.1, p.63-76. 2003.

LEMONS, M. S., VENTURIERI, G. C., DANTAS FILHO, H. A., DANTAS, K. G. Evaluation of the physicochemical parameters and inorganic constituents of honeys from the Amazon region. **Journal of Apicultural Research**, v. 57, n. 1, p. 135–144. 2018

LICO, J. C. T.; MENEZES FILHO, A. C. P.; SOUZA, W. C.; TAQUES, A. S. et al. Qualidade de méis de abelhas sem ferrão *Tetragonisca angustula* (Latreille1811), *Trigona pallens* (Fabricius, 1798) e *Lestrimelitta limao* (Smith) em área urbana, Goiás, Brasil, **Brazilian Journal of Science**, Rio Verde, v. 2, n. 7, p. 1-13. 2023.

LOPES, A. E. P. **Caracterização físico-química do mel da abelha jataí (Tetragonisca angustula).** 2015. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso Superior de Tecnologia em Alimentos) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, Londrina, 2015.

MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Portaria SDA nº 795, 10 de maio de 2023. Normas Higiênico-Sanitárias e Tecnológicas para os estabelecimentos que elaborem produtos de abelhas e seus derivados. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, ed. 91, 10 maio 2023.

MARCHINI, L. C.; SODRÉ, G.S.; MORETI, A.C.C.C. **Mel Brasileiro: composição e normas**. Ribeirão Preto: A.S. Pinto, 2004. 111p.

MELO, G. A. R. **Notas sobre meliponíneos neotropicais, com a descrição de três novas espécies (Hymenoptera, Apidae)**. In: G. A. R. Melo; I. Alves-dos-Santos, Apoidea Neotropicais: Homenagem aos 90 Anos de Jesus Santiago Moure. Editora UNESC, Criciúma, 2003.

MENEZES, C. *et al.* A Brazilian social bee must cultivate fungus to survive. **Current Biology**, v. 25, n. 21, p. 2851-2855. 2015.

MONTENEGRO, H. R. **Comparação das características físico-químicas e antioxidantes do mel de *Tetragonisca angustula* (latreille, 1811) coletado nos estados do Paraná e Rondônia**. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso Superior de Engenharia de Alimentos). Universidade Tecnológica Federal do Paraná – campus Campo Mourão, Campo Mourão, 2018.

NASCIMENTO, A. S., MARCHINI, L. C., DE CARVALHO, C. A. L., ARAÚJO, D. F. D., DE OLINDA, R. A., & da Silveira, T. A. Physical-chemical parameters of honey of stingless bee (Hymenoptera: Apidae). **American Chemical Science Journal**, v. 7, n.3, p. 139–149. 2015

NISHIO, E. K. *et al.* Avaliação da atividade antibacteriana de dois méis de abelhas indígenas sem ferrão contra bactérias de importância alimentar. In: **XII Congresso Latino Americano de Microbiologia e Higiene de Alimentos**. São Paulo, 2014. P. 25-26.

NOGUEIRA-NETO, P. **Vida e criação de abelhas indígenas sem ferrão**. São Paulo: Ed. Nogueirapis. Acesso em: 12 mar. 2024., 1997

OLAITAN, P. B.; ADELEKE, O. E.; OLA, I. O. Honey: a reservoir for microorganisms and an inhibitory agent for microbes. **African Health Sciences**, Kampala, v. 7, n. 3, p. 159-165. 2007.

OLIVEIRA, E. N. A de.; SANTOS, D. da C. Análise físico-química de méis de abelhas africanizada e nativa. **Revista Instituto Adolfo Lutz**, São Paulo, v. 70, n. 2, p.132-8. 2011.

OLIVEIRA, K. L. **Aplicação de métodos de conservação e avaliação do estudo de vida de prateleira em mel de *Melipona mandury* do Estado do Espírito Santo**. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos). ITAL, Campinas, 2017.

ROSA, D. **Comparação físico-química e avaliação microbiológica de méis de abelhas Jatai e africanizada produzidos no município de Rio Bonito do Iguacu-**

PR. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia de Alimentos). Universidade Federal da Fronteira Sul, Laranjeiras do Sul, 2014.

SILVA, J. R.; HENRIQUE-BANA, F. C.; VILLAS-BOAS, J. K., et al. Maturation of honey from Uruçú-Amarela (*Melipona mondury*): Metagenomics, metabolomics by NMR ¹H, physicochemical and antioxidante properties. **Food Chemistry: Molecular Sciences**, v. 6, n.100157, 2023.

SILVA, C. L. da; QUEIROZ, A. J. de M.; FIGUEIREDO, R. M. F. de. Caracterização físico-química de méis produzidos no Estado do Piauí para diferentes floradas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.8, n.2/3, p260-265. 2004.

SILVA, W. P.; PAZ, J. R. L. da. Abelhas sem ferrão: muito mais do que uma importância econômica. **Natureza on line**. Feira de Santana, v. 10, n. 3, p. 146-152, jul/set. 2012.

SILVA, N. da; *et al.* **Manual de Métodos de Análise Microbiológica de Alimentos e Água**. 4. ed. Santa Maria: Editora Varela, 2010.

SIMAL, J.; HUIDOBRO, J. Parámetros de calidad de la miel. III. Acidez (pH libre, lactónica & total) e índice de formol. **Offarm**, v.3, p.532. 1984.

SNOWDON, J.A.; CLIVER, D.O. Microorganisms in honey Internacional. **Journal of Food Microbiology**, v.31, p.1-26. 1996.

SODRÉ, G. S., *et al.* Caracterização físico-química de amostras de méis de ApismelliferaL. (Hymenoptera Apidae) do estado do Ceará. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 37, n. 4, p.1139-1144, jul-ago. 2007.

SOUZA, B. A. **Avaliação de parâmetros físico-químicos em amostras de própolis de abelhas nativas e africanizadas**. Doutorado (Tese). Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2008.

TYSSET, C.; ROUSSEAU, M. Problem of microbes and hygiene of commercial honey. **Review Medicine Veterinary**, v. 132, p.591-600. 1981.

VIEIRA, T. R., NOGUEZ, C. S., SANTOS, M. A., WAGNER, S. A. Caracterização físico-química e botânica do mel de abelhas sem ferrão (Meliponini), de ocorrência no Vale do Taquari – RS, objetivando edição de RTIQ. **Research, Society and Development**, v. 12, n. 3. 2023.

VILLAS-BÔAS, J. K.; MALASPINA, O. Parâmetros físico-químicos propostos para o controle de qualidade do mel de abelhas indígenas sem ferrão no Brasil. **Revista Mensagem Doce**, n.82, p.6-16. 2005.

VILLAS-BÔAS, J. Manual tecnológico: mel de abelhas sem ferrão. **Instituto Sociedade, População e Natureza (ISPN)**. 1. Ed. Brasília, 2012.